

Datenanalyse in der Digitalen Kunstgeschichte

Neue Methoden in Forschung und Lehre und der Einsatz des DHVLab in der Lehre

Harald Klinke

Ein Schwerpunkt am Kunsthistorischen Institut der LMU München liegt in der Digitalen Kunstgeschichte. Der Begriff bezeichnet die Entwicklung neuer Erkenntnismöglichkeiten für das Fach mittels des Einsatzes von Computern. Konkret geht es um die Erhebung, Verarbeitung und Visualisierung von Daten, um daraus neue, bisher nicht erkannte Zusammenhänge zwischen Objekten, Künstlern und Ideen herzustellen.¹ Dies ist für die Kunstgeschichte ein Ansatz, dessen Wurzeln bis in die 1980er Jahre zurück reichen² und sich als Teil der Digital Humanities versteht. Da es sich hier jedoch vorwiegend um visuelle Daten handelt und die wissenschaftliche Erkenntnis in erster Linie auf einem Bildverständnis aufbaut, hat das Thema erst in den letzten Jahren, vor allem durch die Inhaltserschließung mittels Systemen wie *ARTigo* oder Visual Computing zu einer dynamischen Entwicklung gefunden, die das Potential hat, das Fach und seinen Arbeitsmethoden umfangreich zu verändern.

Im Zentrum kunsthistorischer Forschung steht zunächst das einzelne Original. Kein Fach der Geisteswissenschaften betrachtet so systematisch Bilder als historische Dokumente wie die Kunstgeschichte. So kann man von diesem Fach von einer empirischen Wissenschaft sprechen, denn im ersten Schritt werden aufgrund einer Inaugenscheinnahme Daten vom Werk erhoben. Dies geschieht über eine

1 Vgl. Klinke, Harald: Digitale Kunstgeschichte, in: Akademie Aktuell, 01/2016, S. 68–71.

2 Vgl. Bentkowska-Kafel, Anna: Debating Digital Art History. International Journal for Digital Art History, Nr. 1, Juni 2015, S. 50–65.

Bildbeschreibung. Gesehenes in Worte zu bringen dient dazu, sich schrittweise bewusst zu machen, was dargestellt ist, um anschließend mithilfe von Bildvergleichen Gemeinsamkeiten und Unterschiede herauszuarbeiten, um beispielsweise Datierungen und Zuschreibungen vornehmen zu können und das Einzelwerk in einen kulturhistorischen Zusammenhang zu kontextualisieren.³

Doch gehen Kunsthistoriker längst nicht mehr allein vom Original aus, sondern nutzen umfangreiche Bestände medialer Repräsentationen von Kunstobjekten. Im 20. Jahrhundert war das wichtigste Medium das Diapositiv, das vor etwa 100 Jahren durch Heinrich Wölfflin in München in das Fach eingeführt wurde.⁴ Diatheken an kunsthistorischen Instituten, die nicht selten mehrere hunderttausend Objekte enthielten, dienten dazu, sehr schnell auf Abbildungen von Objekten zugreifen und miteinander in einen Zusammenhang bringen zu können, die sich physisch nicht an einem Ort befinden oder inzwischen nicht mehr im Original vorhanden sind. Nicht nur entwickelte sich die dadurch mögliche Doppelpjektion zu einem wichtigen methodischen Element des systematischen Bildvergleichs, auch erlaubte der Zugriff auf jedes beliebige Werk zu einer universalen Vorstellung der Geschichte der Kunst, die vor Landes- und Kulturgrenzen keinen Halt macht.⁵

Inzwischen sind die Diatheken aus dem täglichen Arbeitsprozess von Forschung und Lehre verschwunden, nachdem sie zunächst aufwändig digitalisiert wurden und mit den Metadaten, die bisher auf den Dia-

3 Die Methode, systematisch von der Bilderbeschreibung zu einer schrittweisen Bedeutungszuschreibung und Kontextualisierung zu gelangen, wird von Erwin Panofsky beschrieben: Panofsky, Erwin: *Ikonographie und Ikonologie*, in: Kaemmerling, Ekkehard (Hrsg.): *Bildende Kunst als Zeichensystem. Ikonographie und Ikonologie. Band 1: Theorien – Entwicklung – Probleme*, Köln 1994, S. 207–225.

4 Vgl. Ratzeburg, Wiebke: *Mediendiskussion im 19. Jahrhundert. Wie die Kunstgeschichte ihre wissenschaftliche Grundlage in der Fotografie fand*, in: *Kritische Berichte*, Band 30, Nr. 1, 2002, S. 22–40 und Reichle, Ingeborg: *Fotografie und Lichtbild. Die unsichtbaren Bildmedien der Kunstgeschichte*, in: Zimmermann, Anja (Hg.): *Sichtbarkeit und Medien: Austausch, Verknüpfung und Differenz von naturwissenschaftlichen und ästhetischen Bildstrategien*. Hamburg University Press: Hamburg 2004, S. 177–191

5 Vgl. Malraux, André: *Das imaginäre Museum*, Frankfurt am Main 1987.

rähmchen standen, in Bilddatenbanken abgelegt wurden. Man stellte jedoch schnell fest, dass sich die Diatheken verschiedener kunsthistorischer Institute zu einem Großteil inhaltlich überlappen und nicht redundant gescannt werden müssen, wenn eine gemeinsame Datenbank aufgebaut würde. Im *Prometheus Bildarchiv*, einer im Jahr 2001 gegründeten Metasuchmaschine über die Bestände verschiedener universitärer Bilddatenbanken, befinden sich inzwischen etwa 1,7 Millionen Datensätze.⁶

Die Digitalisierung eröffnet weitaus mehr als nur die Möglichkeit, schneller einzelne Abbildungen zu suchen und zu finden. Liegen diese Bilddaten digital vor, können diese auch verarbeitet werden, um kunsthistorische Erkenntnisse zu erzeugen. Die Visualisierung großer Korpora stellt eine zusätzliche Lösung für die kunsthistorische Forschung dar, die Geschichte der Kunst auf neue Weise in ihrer Komplexität zu erfassen. Da der Computer mehr Bilder speichern und verarbeiten kann, als ein Mensch in seiner Lebensspanne sehen und wahrnehmen, wird in Anlehnung an den Begriff „Big Data“ hier von „Big Image Data“ gesprochen⁷ oder auch in Anlehnung an den Begriff des „Distant Readings“ aus der Literaturwissenschaft von einem „Distant Viewing“.⁸

An einem Beispiel wird dies deutlich: Google hat seit dem Jahr 2004 in Zusammenarbeit mit Bibliotheken über 25 Millionen Bücher mit dem Ziel gescannt, jedes jemals publizierte Werk digital verfügbar zu machen.⁹ Liegen diese Texte einmal digital vor, können Worthäufigkei-

6 Vgl. Dieckmann, Lisa: *Prometheus the distributed archive for research and education goes international*, in: EVA London 2008. Electronic Visualisation and the Arts. Conference Proceedings. London 2008, S. 61–67.

7 Vgl. Klinke, Harald: *Big Image Data within the Big Picture of Art History*. International Journal for Digital Art History, Nr. 2, Okt. 2016, S. 14–37.

8 Vgl. Moretti, Franco/Piazza, Alberto: *Graphs, Maps, Trees: Abstract Models for Literary History*, London 2007 und Zweig, Benjamin: *Forgotten Genealogies: Brief Reflections on the History of Digital Art History*, in: International Journal for Digital Art History, Nr. 1, Juni 2015, S. 38–49.

9 Vgl. Heyman, Stephen: *Google Books: A Complex and Controversial Experiment*, in: New York Times, 28. Okt. 2015, <https://www.nytimes.com/2015/10/29/arts/international/google-books-a-complex-and-controversial-experiment.html> (06.12.2017).

ten über die Zeit visualisiert werden. Das Tool *Google Ngram Viewer* zeigt so,¹⁰ dass beispielsweise Albrecht Dürer in Publikationen mehr erwähnt wurde als Lucas Cranach (Abbildung 1). Im Speziellen wird sichtbar, dass in den 1930er Jahren mehr über den Künstler publiziert wurde, als zuvor, dass diese Erwähnungshäufigkeit nach dem Zweiten Weltkrieg eingebrochen ist und zur Nürnberger Dürer-Ausstellung zum 500. Dürer-Geburtstag wieder anstieg, um anschließend um einen mittleren Wert zu pendeln. Man könnte behaupten, dies bestätigt nur, was man ohnehin schon weiß – das Diagramm ließe sich nur durch bestehendes Wissen interpretieren. Jedoch werden die Ergebnisse erst durch die Relation zu anderen Ergebnissen, hier zu Cranach, interessant, denn es wird möglich, die Rezeption von Künstlern in der Literatur empirisch quantitativ zu untersuchen und zu vergleichen. Es handelt sich also um eine zusätzliche Methode, um Hypothesen zu prüfen und aufgrund der Daten neue Forschungsfragen zu entwickeln, denen qualitativ nachgegangen werden kann.

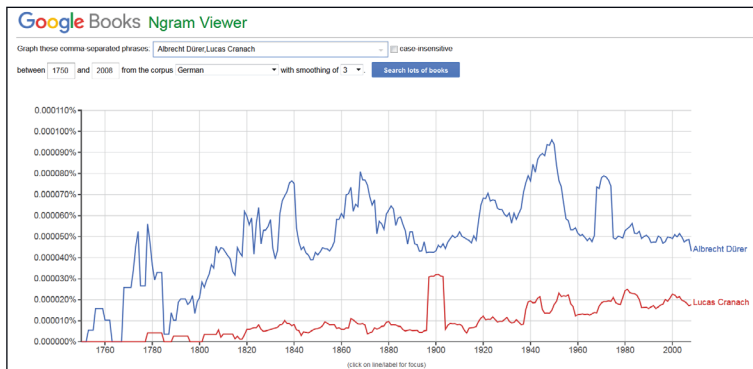


Abbildung 1: Häufigkeitsverteilung der Erwähnungen von „Albrecht Dürer“ und „Lucas Cranach“ im *Google Ngram Viewer*

Um für die Kunstgeschichte eine vergleichbare Datenbasis zu schaffen, sind nicht nur Buch-, sprich Textdaten, sondern auch Bilddaten relevant, denn Kunstwerke liegen, beispielsweise in den kunsthistorischen Instituten, vor allem als Bilddatenbanken bestehend aus Meta-

¹⁰ Ngram Viewer: <https://books.google.com/ngrams> (06.12.2017).

daten und fotografischer Abbildung repräsentiert vor. Am Beispiel der Datenbank *Artemis* des kunsthistorischen Instituts der LMU München wird deutlich, dass bereits die Metadaten durch Aggregation einen Überblick über die Sammlung geben kann (Abbildung 2). Summiert man die Anzahl der in der Datenbank vorhandenen Werke je Entstehungsjahr auf einer chronologischen Skala, wird das im Zusammenhang mit Forschung und Lehre dieses Instituts stehende Sammlungsinteresse ablesbar, hier vor allem das 19. Jahrhundert.

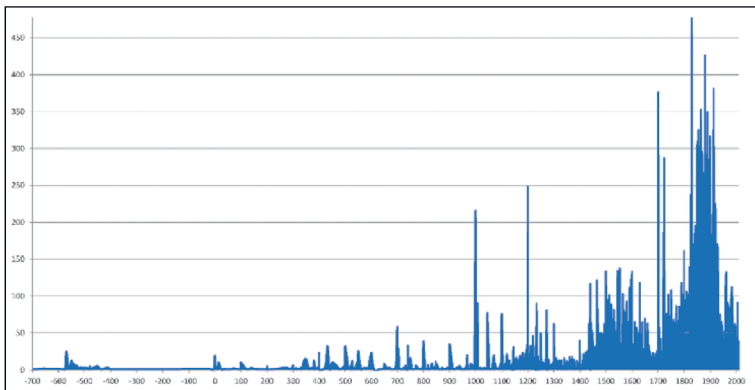


Abbildung 2: Zeit-Signatur der *Artemis*-Bilddatenbank

Das Fach Kunstgeschichte ist vor allem eine Bildwissenschaft mit einer historischen und visuellen Kompetenz, wodurch sie sich von allen anderen Geisteswissenschaften unterscheidet. „Digitale Kunstgeschichte“ bedeutet, diese Kompetenzen mit digitalen Methoden zu unterstützen. Daher kann es nicht nur um Metadaten gehen, sondern auch um die Erschließung von Bildern und ihren Inhalten. Dies ist jedoch eine technische Herausforderung, sind Digitalbilder strenggenommen nur Pixelraster aus RGB-Helligkeitswerten. Die relevante Information, das heißt das zu erkennende Dargestellte, liegt auf einer höheren semantischen Ebene. Aber alleine die Berechnung der Durchschnittshelligkeit jedes in der Datenbank vorhandenen Bildes und die Sortierung nach diesem Wert können einen ganz anders gearteten Überblick über einen Bild-Korpus liefern. Wieder am Beispiel der *Artemis*-Datenbank kann gezeigt werden, dass bereits auf diese Weise

inhaltliche Unterscheidungen deutlich werden (Abbildung 3). So finden sich auf der einen Seite der Skala Werke auf Papier, wie Zeichnungen oder Architekturdarstellungen mit hohem Weißanteil, und auf der anderen Seite vor allem Porträtmalerei und Darstellungen von Skulpturen vor schwarzem Hintergrund. Allein eine solche, einfach zu erstellende Darstellung kann beispielsweise ein Hilfsmittel sein, um einem Kurator einen Überblick über das Depot des Museums zu geben oder Besuchern im Web einen Eindruck der Inhalte der Sammlung.

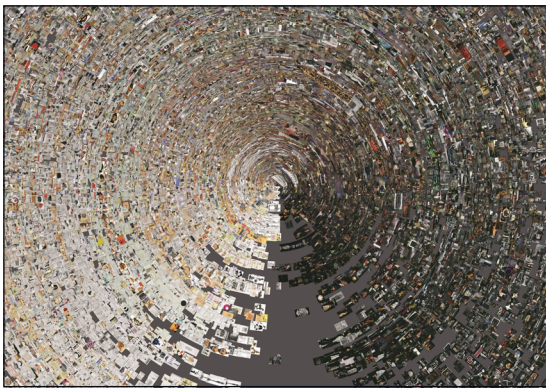


Abbildung 3: 45.000 nach Helligkeit sortierte Objekte der Artemis-Bilddatenbank

Neben diesen Eigenschaften auf niedriger semantischer Ebene (*low level features*) ist das Ziel, auch auf Inhaltsdaten einer kunsthistorischen Datenbasis zugreifen zu können. Daher hat das Institut für Kunstgeschichte zusammen mit dem Institut für Informatik der LMU München im Jahr 2010 das Projekt *ARTigo.org* entwickelt.¹¹ In einen

11 Nach der Entwicklung eines Prototypen im Jahr 2007 wurde das Projekt im Rahmen von „play4science“ ab 2010 von der DFG gefördert, siehe Kohle, Hubertus/Bry, François/Kreffield, Thomas/Riepl, Christian/Schulz, Klaus: Entwicklung sozialer Web-Plattformen zur Datengewinnung in den Geisteswissenschaften (KO 1091/4–2): http://www.play4science.uni-muenchen.de/oefentlichkeit/publikationen/abschlussbericht_2013_11_15.pdf (06.12.2017) und Wieser, Christoph/Bry, François (u.a.): ARTigo. Building an Art-work Search Engine With Games and Higher-Order Latent Semantic Analysis, in: Proceedings of Disco 2013, Workshop on Human Computation and Machine Learning in Games at HComp, Palm Springs, CA, USA (6th-9th November 2013).

Crowdsourcing- und Gamification-Ansatz wird der User an einem Webfrontend dazu ermutigt, Schlagwörter zu Objekten aus der *Artemis*-Datenbank einzugeben, indem dieser zeitbegrenzt gegen einen virtuellen Gegenspieler antritt, Spielpunkte sammelt und in einer Bestenliste erscheint. Im Backend erzeugt dieses Verfahren Daten über die heutige visuelle Wahrnehmung von Digitalisaten historischer Bildwerke. Die Datenbasis von inzwischen über 9,3 Millionen Schlagworten zu etwa 80.000 Bildobjekten ermöglicht zunächst, Objekte besser zu finden. So liefert beispielsweise die Suchanfrage „Himmel-Wolken“ eine Liste an Werken zurück, die mit „Himmel“, aber nicht mit „Wolken“ getaggt wurden, also Bilder mit wolkenlosem Himmel. Ebenso ist – ähnlich wie beim *Google Ngram Viewer* – die Darstellung der Verteilung von Schlagworten über die Zeit möglich, um so beispielsweise zu erkennen, in welcher Zeit Häufungen an Objekten in dieser Sammlung auftreten, die von den Usern mit einem bestimmten Begriff versehen wurden.

Schaut man sich diese Begriffe in ihrer Verteilung genauer an, wird deutlich, dass einige Begriffe häufiger genannt werden als andere: „Schwarz“, „Weiß“, „Mann“, „Frau“ etc. sind Tags, die viele Objekte gemeinsam haben. Sie können deshalb nicht zur Unterscheidung der Objekte voneinander dienen. Schaut man sich die Schlagworte zu zwei Werken, z. B. von Albrecht Dürer, an (Abbildung 4), wird klar, welche Begriffe beide Objekte teilen („Bart“, „Hut“ etc.) und in welchen sie sich unterscheiden („Schrift“, „Kette“ etc. zu der Darstellung Maximilians; „Bart“, „Signatur“ etc. zu der Phillips). Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen zwei Werken festzustellen ist spätestens seit der durch Heinrich Wölfflin eingeführten Dia-Doppelprojektion eine fest etablierte kunsthistorische Methode (s. o.). Liegen nun eine große Anzahl von Objekten verbunden mit Schlagwortwolken digital vor, können diese nun der automatisierten Berechnung von inhaltlicher Nähe und Distanz nicht nur zweier Objekte, sondern von allen in der Datenbank vorhandenen Objekten dienen und so als Grundlage von gesamtheitlichen Bildvergleichen, Visualisierungen und Erschließungsmöglichkeiten dienen.

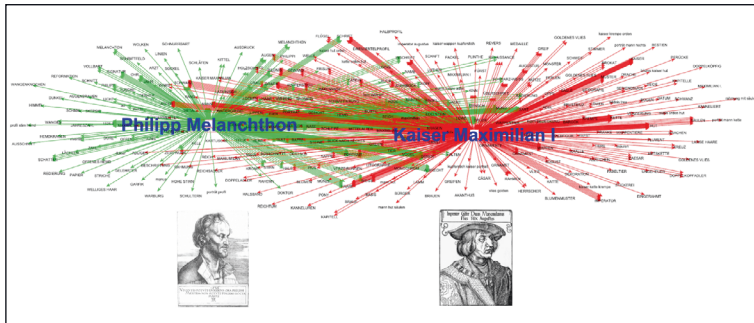


Abbildung 4: Tags der Werke Albrecht Dürers: Philipp Melanchthon (1526) und Kaiser Maximilian I. (1519)

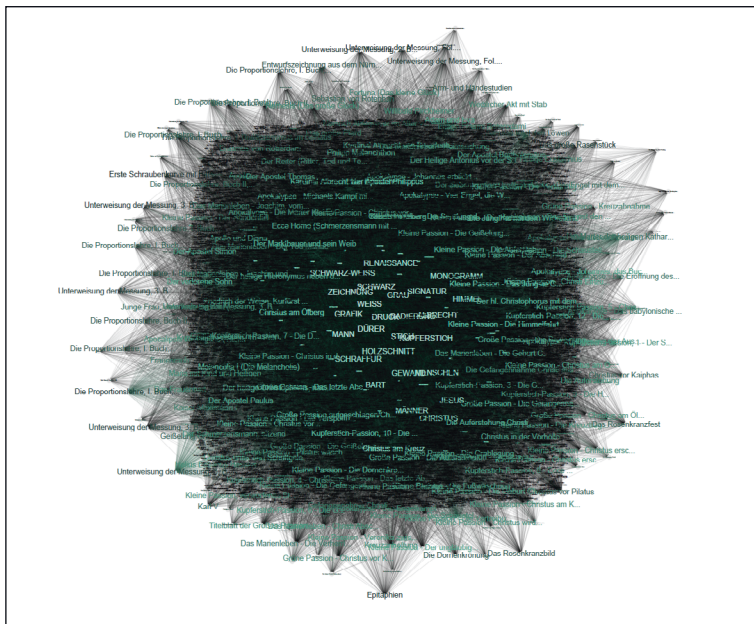


Abbildung 5: Netzwerk mit 71.918 Verbindungen zwischen 307 Werken Albrecht Dürers der *Artemis*-Bild Datenbank

Verbindet man alle Werke Dürers aus der *Artemis*-Datenbank über ihre *ARTigo*-Schlagworte (Abbildung 5), so entsteht eine weitere sortierte Darstellung. In der Mitte der Netzwerk-Visualisierung befinden

sich die Schlagworte (vor allem „Zeichnung“, „Holzschnitt“, „Renaissance“, „Monogramm“ etc.), darum herum radial gruppiert finden sich Illustrationen Dürers zu seinen Büchern „Proportionslehre“ und „Unterweisung der Messung“ (oben und links), die Druckwerke „Große Passion“ und „Kleine Passion“ (unten), die Gemälde (rechts unten) sowie die Aquarelle (rechts oben).¹²

Auch hier bietet es sich an, nicht nur Begriffe, sondern die Digitalisate selbst in dem Netzwerkdiagramm darzustellen.¹³ In einer 3D-Visualisierung¹⁴ wird deutlich, dass sich auf diese Weise die Objekte der *Artemis*-Datenbank nun besser als bei der Sortierung aufgrund von Helligkeitswerten trennen lassen (Abbildung 6): Porträtwerke clustern sich nun in Zusammenhängen abseits von Architekturzeichnungen, Landschaftsmalerei und der Abstraktion. Eine solche Darstellung könnte nun beispielsweise als *User Interface* dienen, um explorativ auf eine Bilddatenbank zuzugreifen.¹⁵ Ziel eines solchen Systems kann es sein, auf der Ebene des *Distant Viewings* schnell durch einen Korpus zu navigieren, neue Zusammenhänge zu erkennen, indem benachbarte oder diametral entgegengesetzte Werke gefunden werden und das Einzelobjekt in seinen Big Data-Kontext gesetzt wird. Auf diese Weise kann ein neuer Blick auf die Geschichte der Kunst geworfen werden¹⁶ – und gleichzeitig lässt sich das Einzelwerk entdecken, das ohne die Hilfe des Computers nicht gefunden worden wäre, und damit zum

12 Detailliertere Analysen sind über das Analytics Center des Instituts für Informatik der LMU (<http://analytics.pms.ifl.lmu.de>) sowie über das Analysecenter des DHV Lab (<https://dhvlab.gwi.uni-muenchen.de/analysecenter/>) möglich.

13 Dass man mit Bildern über Bilder sprechen sollte forderte bereits Gottfried Boehm, vgl. Boehm, Gottfried: Die Bilderfrage, in: ders. (Hrsg.): Was ist ein Bild?, München 1994, S. 325–343.

14 Hierbei handelt es sich um ein Gemeinschaftsprojekt von Clements Schefels, Erich Schubert (beide LMU München) und Arthur Zimek (Universität Heidelberg), beschrieben auf dem ARTigo Blog: Data Analysis on ARTigo, <http://blog.artigo.org/2016/03/11/data-analysis-on-artigo/> (07.12.2017).

15 Beispiele für explorative Interfaces finden sich bei Glinka, Katrin (u.a.): Linking structure, texture and context in a visualization of historical drawings by Frederick William IV (1795–1861), in: International Journal for Digital Art History, Nr. 2, Okt. 2016, S. 198–213 oder Bernhard, Mathias: Gugelmann Galaxy: An Unexpected Journey through a collection of Schweizer Kleinmeister, in: Ebd., S. 94–113.

16 Vgl. Manovich, Lev: Manifesto for Democratic Art History, <http://lab.softwarestudies.com/2016/02/manifesto-for-democratic-art-history.html> (13. Februar 2016).

Close Viewing, letztlich dem Aufsuchen des Originals, zurückkehren. Der Computer wird also zum Hilfsmittel im digitalen Prozess kunsthistorischer Forschung.



Abbildung 6: Multidimensionale Skalierung der ARTigo-Daten¹⁷

Solche Methoden sind in der Einheit von Forschung und Lehre an die Studierenden weiterzugeben,¹⁸ um ihnen die notwendigen Schlüsselkompetenzen zu vermitteln, die zur Mitarbeit an digitalen Projekten an der Universität, in Museen oder im Kunstmarkt notwendig sind. Diese Methoden sind aber ebenso mit ihnen weiterzuentwickeln. Denn viele Fragen sind noch unbeantwortet, beispielsweise welche weiteren Daten wie erhoben werden müssen, auf welche Weise die Datenanalyse zu neuen kunsthistorischen Erkenntnissen führen kann und wie diese Entwicklungen das Fach in seinem Selbstverständnis verändern werden.

¹⁷ S. Anm. 14

¹⁸ Siehe das Bildungsideal Wilhelm von Humboldts: Humboldt, Wilhelm von: Bericht der Sektion des Kultus und des Unterrichts an den König, Dezember 1809, in: Flitner, Andreas/Giel, Klaus (Hrsg.): Wilhelm von Humboldt – Werke in fünf Bänden. Band IV: Schriften zur Politik und zum Bildungswesen, Darmstadt 1982, 3. Aufl., S. 210–238 sowie ders.: Ueber die innere und äussere Organisation der höheren wissenschaftlichen Anstalten in Berlin (1810), in: Flitner (op. cit.), S. 255–266.

Aus diesem Grund werden am Kunsthistorischen Institut der LMU München Lehrveranstaltungen zur Digitalen Kunstgeschichte durchgeführt. In den letzten drei Jahren wurden unter anderem Seminare mit den Titeln „Digitale Methoden der Kunstgeschichte“, „Software für Kunsthistoriker“, „Dürer Digital“ oder „Datenanalyse für Kunsthistoriker“ angeboten.¹⁹ Dabei besteht ein zentrales Problem darin, im Seminarzusammenhang die jeweilige Software auf unterschiedlichen Hardware- und OS-Kombinationen der Studierenden zu installieren. So kam beispielsweise die Tabellenkalkulation (*Open Office Clac*), Statistik (*RStudio*), Bildverarbeitung (*ImageJ*), Netzwerkanalyse (*Gephi*) oder visuelle Programmiersprachen (*Processing*) zum Einsatz, die zunächst zeitaufwändig auf den Einzelrechnern installiert werden musste, bevor begonnen werden konnte, gemeinsam damit zu arbeiten.

Die Lösung für dieses Problem ist eine Lehr- und Forschungsumgebung, die folgende Kriterien erfüllt. Ein solches System sollte

1. serverseitig **Software** vorinstalliert haben, auf die von verschiedenen Clients aus zugegriffen werden kann, um die Schwierigkeiten individueller Installationen zu vermeiden.
2. praktisch unbegrenzten **Speicherplatz** zur Verfügung stellen, um auf beliebig große Datenmengen Zugriff zu haben. Während auf dem lokalen Rechner die Kapazität der Festplatte das Limit darstellt, kann in einem cloudbasierten System in Zukunft auch Big Data verarbeitet werden, wenn auf dem Server entsprechende Datenbanken angeboten werden.
3. **Rechenleistung** zur Verfügung stellen, die ggf. weit über die eines lokalen Rechners hinaus gehen, denn wenn in Zukunft größere Datenmengen analysiert werden müssen oder Anwendungen wie *Machine Learning* oder *Augmented Reality* relevant werden, ist ein schwellenloser Zugang zu Computing-Cluster hilfreich.
4. das **Teilen** von Ergebnisdaten ermöglichen, um ein kollaboratives Arbeiten zu unterstützen. Teil dessen ist auch das Ma-

¹⁹ Vgl. Klinkke, Harald: Digitale Kunstgeschichte lehren, in: Kuroczyński, Piotr u.a. (Hrsg.): Computing Art Reader. Einführung in die digitale Kunstgeschichte (erscheint in Kürze).

nagement von **Langzeitarchivierung**, um auch später auf Forschungsdaten zugreifen zu können.

5. das **Publizieren** von Ergebnissen ermöglichen. Wurde die Kommunikation der Ergebnisse in bisherigen Seminaren über externe Blogs organisiert, sollte diese Funktion zentral in ein solches System integriert sein.

Anforderungen an eine Lehr- und Forschungsumgebung	Konventionelles Vorgehen	DHVLab
Serverseitig vorinstallierte Software	✗	✓
Unbegrenzt verfügbare Datenbasis	✗	✓
Serverseitige Rechenpower	✗	✓
Integriertes Teilen der Ergebnisdaten	Über externe Dienstleister	✓
Integriertes Publizieren der Ergebnisse	Über externe Dienstleister	✓

Abbildung 7: Übersicht von Kriterien an eine Lehr- und Forschungsumgebung

Um diesen Kriterien gerecht zu werden, wurde die virtuelle Lehr- und Forschungsumgebung *DHVLab* entwickelt und im Wintersemester 2016/17 erstmals in der Lehre eingesetzt.²⁰ Zur Verwendung des *Digital Humanities Virtual Laboratory* benötigen die Studierenden nur einen Laptop mit Browser und einem WLAN-Zugang (z.B. Eduroam) und können sich mit einem Passwort und Username am System anmelden, in dem sie auf einen Desktop eines virtuellen Rechners zugreifen können, auf dem die notwendige Software bereits installiert ist, die zu verwendenden Daten vorliegen und eigene Daten abgelegt und mit anderen Studierenden ausgetauscht werden können.

²⁰ Weitere Informationen dazu finden sich unter: <https://dhvlab.gwi.uni-muenchen.de/> sowie in den Vorträgen der Tagung vom 19.06.2017 unter <http://www.kunstgeschichte.uni-muenchen.de/forschung/digitalekg/digicampus/videos/>.

Der Lehrende kann in diesem System ein „Lab“ einrichten, das bedeutet eine Arbeitsgruppe von Studierenden, die sich registrieren können und Zugriff auf die virtuellen Maschinen erhalten. In diesem System können Softwarepakete definiert und Datenbanken konnektiert werden sowie über einen Blog zentrale Ergebnisse in einen öffentlichen Diskurs gestellt werden.

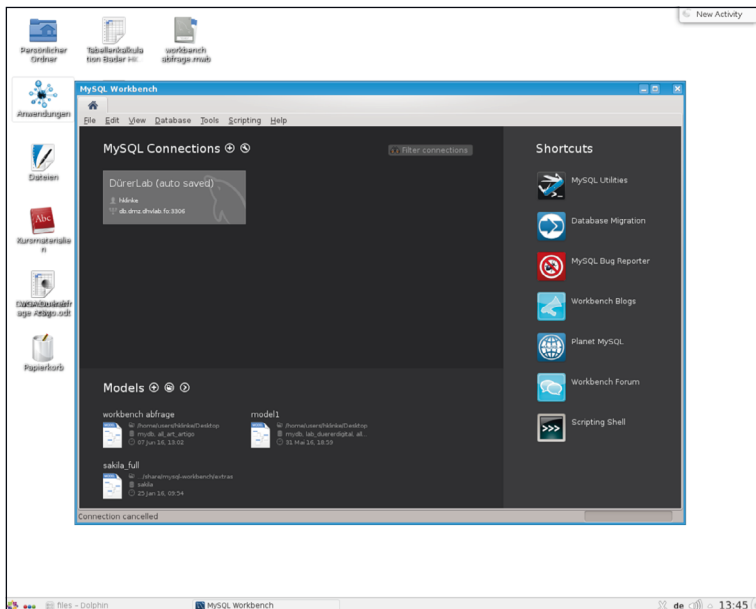


Abbildung 8: Screenshot des Desktops des DHVLab

Aus technischer Sicht ist das System folgendermaßen aufgebaut: Mittels *OVirt* werden neben dem Cloudspeicher virtuelle Maschinen organisiert, die auf verschiedene Aufgaben spezialisiert sind. Zu diesen Aufgaben gehört die Bereitstellung des Remote-Desktops (*CentOS* mittels *TigerVNC* und *Guacamole*) mit Anwendungen, des Datenbank- und Webservers (für den Blog und die Nutzerverwaltung), aber beispielsweise auch des *Shiny*-Servers oder des Dienstes *Jupyter Notebooks*. Auf diese Weise ist das System flexibel skalierbar und kann mit

weiteren Komponenten und Ressourcen je nach Erfordernis leicht erweitert werden.²¹

Praktisch ist ein Seminar auf dieser Basis wie ein Workshop organisiert. Das bedeutet, die Studierenden halten keine Referate, sondern leiten eine kleine Code-Academy, in der ihr eigener Bildschirminhalt per Beamer den anderen Studierenden sichtbar ist. Von der ersten Minute können dann Schritt für Schritt die vorgestellten Abläufe auf dem eigenen Rechner auf dem gleichen System nachvollzogen werden. Bei diesem Ansatz geht es darum, sowohl theoretisches Wissen zu erwerben, wie auch um die Möglichkeit, Erfahrungen mit dem Umgang mit Software zu machen. Dies dient auch der Vermeidung von Schwellenängsten, die weniger technikaffine Studierende vor neuen Software-Tools haben können. Wenn die vielfältigen Fehlerquellen einer Installation wegfallen und in einem solchen Workshop die Software zunächst spielerisch ausprobiert wird, werden die Studierenden an Themen und Konzepte leicht herangeführt. Haben sie ein solches Programm einmal verwendet und stoßen sie im Laufe des Studiums auf eine Forschungsfrage, mit digitalen Mitteln bearbeitet werden könnte, besteht so bereits eine Vorstellung vom Vorgehen und den Möglichkeiten der Datenverarbeitung und Visualisierung.

Nach den ersten erfolgreichen Einsätzen des *DHVLab* an der LMU München ist es nun das Ziel des Projektes, dieses System bayernweit zu expandieren und in weitere Einsatzszenarien einzubinden. Dazu werden interessierte Dozenten gesucht, die dieses System in ihre Lehre ebenfalls integrieren möchten.

Der oben skizzierte cloudbasierte Ansatz des *DHVLab* ist für die Zukunftsfähigkeit der Digitalen Kunstgeschichte von zentraler Bedeutung. Neue Anwendungen, die große Datenmengen und Rechenleistungen benötigen, zeichnen sich bereits ab. Beispielsweise wird Mustererkennung in großen Bilddatenbanken eine wichtige Rolle spielen,

²¹ Detaillierte Informationen von Linus Kohl über die Systemarchitektur der Lehr- und Forschungsumgebung für die Ausbildung in den Geisteswissenschaften finden sich unter <https://dhvlab.gwi.uni-muenchen.de/Category:Architektur>.

um automatisch Vorzeichnungen Gemälden zuzuordnen oder ähnliche Gesten in anderen Bildern wiederzuerkennen.²² Und gerade in Bereich der räumlichen Werke werden 3D-Technologien wie *Augmented* und *Virtual Reality* in der Forschung und Lehre zu Schlüsseltechnologien. Bereits jetzt werden in dem gemeinsamen Projekt der LMU München und der Bayerische Akademie der Wissenschaften „Corpus der barocken Deckenmalerei in Deutschland“ Bildwerke auf Wandoberflächen 3D-gescannt, wobei große Datenmengen entstehen.²³ Aber auch in der Rekonstruktion beispielsweise von Skulpturen werden zunehmend verlorene Elemente im Computer modelliert und mithilfe von 3D-Druckern ins Original eingesetzt.²⁴ Anwendungen wie diese benötigen eine neue Forschungsdaten-Infrastruktur, die auf die gesteigerten Anforderungen reagieren und es ermöglichen, die Digitale Kunstgeschichte auf einen neue Eben zu heben.

Bei der Digitalen Kunstgeschichte geht es aber nicht allein um technische Fragen, wie etwa um den Einsatz von IT für kunsthistorische Forschung und Lehre. Letztlich geht es auch darum, wie die historische und visuelle Kompetenz des Fachs ins digitale Zeitalter überführt wird, wie das Gegenwartsphänomen des digitalen Bildes zu bewerten ist²⁵ und schließlich, wie Geisteswissenschaftler die Digitalisierung der Welt urteilsfähig begleiten können. Die Kunstgeschichte war immer auch eine Wissenschaft, die sich mit der Veränderung des Bildes, seiner Medien und seiner Funktion auseinandergesetzt hat. Um die gegenwärtige digitale Transformation der Bildmedien hermeneutisch zu begleiten und historisch zu erklären, benötigt es eine Wissenschaft,

22 Ein solche Projekt findet sich beispielsweise bei Peter Bell u. Björn Ommer: Training Argus, in: *Kunstchronik. Monatsschrift für Kunstwissenschaft, Museumswesen und Denkmalpflege*, Band 68, 2015, S. 414–420

23 Weiteres zu diesem Projekt unter: Stephan Hoppe: Barocke Deckenmalerei in 3D, in: *Akademie Aktuell*, Ausgabe 02/2016, S. 65–75

24 Beispielhaft hierfür ist das Theatiner-Projekt der Technische Hochschule Deggendorf: Erdmann, Lisa (u.a.): *Lukas aus der Asche. Auferstandenes Kulturerbe aus dem 3D-Labor, Lindenberg im Allgäu*, 2016

25 Dazu hat das Institut für Kunstgeschichte der LMU München einen Antrag auf ein DFG-Schwerpunktprogramm mit dem Titel „Das digitale Bild“ gestellt. Mehr Informationen dazu auf der Webseite: <http://www.kunstgeschichte.uni-muenchen.de/forschung/digitalekg/digitales-bild1/>

die sowohl die Geschichte des Bildes bis zu zeitgenössischen Formen kennt, wie auch Methoden einsetzt und entwickelt, mit denen sie auf die digitale Bilderflut systematisch reagieren kann. Welches Fach könnte diese Aufgabe besser übernehmen als die Kunstgeschichte?